

**JP09304608**

**Title:**  
**JP09304608**

**Abstract:**

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 09-304608

(43)Date of publication of application : 28.11.1997

(51)Int.Cl.

G02B 5/04

G03B 21/00

// G02F 1/13

(21)Application number : 08-144912

(71)Applicant : OMRON CORP

(22)Date of filing : 14.05.1996

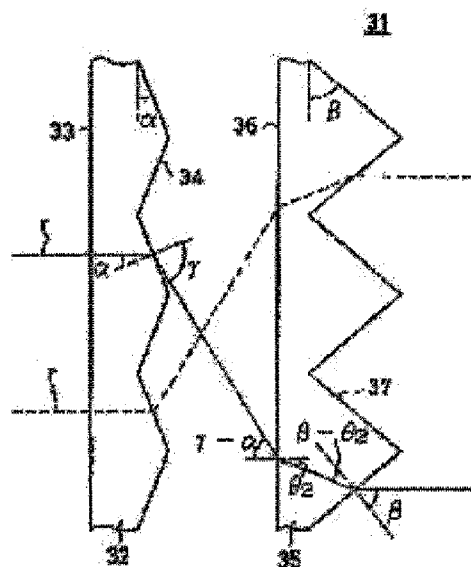
(72)Inventor : AOYAMA SHIGERU  
SHINOHARA MASAYUKI  
YAMASHITA MAKI  
KITAJIMA HIROSHI

(54) OPTICAL PATH CONVERTING OPTICAL ELEMENT, OPTICAL PATH CONVERTER, AND PROJECTOR AND IMAGE DISPLAY DEVICE USING THE SAME

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To make a light intensity distribution and luminance distribution uniform without making the divergence angle of light larger.

SOLUTION: A 1st prism array 34 formed on a prism array flat plate 3 and a 2nd prism array 37 formed on a prism array flat plate 35 are set opposite to each other. When a light beam (r) which is parallel to the optical axis is transmitted through the 1st prism array 34, this light beam (r) is refracted and made incident on the 2nd prism array 37. The light which is refracted by the 2nd prism array 37 becomes a light beam (r) which is parallel to the original light beam. Therefore, the light beam (r) passed through the optical path converting optical element 31 becomes the light beam (r) which is shifted at right angles to the optical axis. Consequently, the light is split by the 1st prism array 34 and shuffled, so that the light intensity distribution is made uniform.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

05.04.2001

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

3409587

[Date of registration] 20.03.2003

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平9-304608

(43) 公開日 平成9年(1997)11月28日

(51) Int. Cl. <sup>5</sup>	識別記号	序内整理番号	F I	技術表示箇所
G 0 2 B 5/04			G 0 2 B 5/04	$\Delta$
G 0 3 B 21/00			G 0 3 B 21/00	D
// G 0 2 F 1/13	5 0 5		G 0 2 F 1/13	5 0 5

審査請求 未請求 請求項の数17 F D (全 14 頁)

(21) 出願番号 特願平8-144912

(22) 出願日 平成8年(1996)5月14日

(71) 出願人 000002945

オムロン株式会社

京都府京都市右京区花園土堂町10番地

(72) 発明者 青山 茂

京都府京都市右京区花園土堂町10番地 オムロン株式会社内

(72) 発明者 橋原 正幸

京都府京都市右京区花園土堂町10番地 オムロン株式会社内

(72) 発明者 山下 敦

京都府京都市右京区花園土堂町10番地 オムロン株式会社内

(74) 代理人 弁理士 中野 雅房

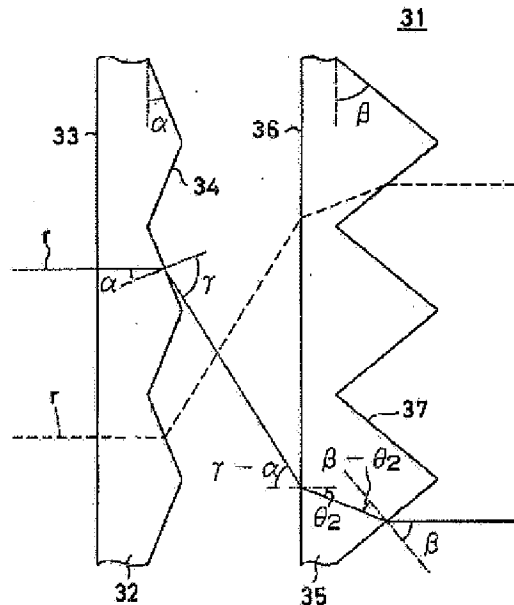
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 光路変換光学素子、光路変換器並びに当該光学素子を用いた光投射器及び画像表示装置

(57) 【要約】

【課題】 光の広がり角を大きくすることなく、光強度分布や輝度分布を均一化する。

【解決手段】 プリズムアレイ平板32に形成された第1のプリズムアレイ34とプリズムアレイ平板35に形成された第2のプリズムアレイ37を対向させる。光軸と平行な光線rが第1のプリズムアレイを透過すると、この光線rは屈折して第2のプリズムアレイ37に入射する。第2のプリズムアレイ37で屈折した光は元の光線と平行な光線rとなる。従って、光路変換光学素子31を通過した光線rは光軸と垂直な方向へシフトした光線rとなる。この結果、光は第1のプリズムアレイ34によって分割されてシャッフルされ、光強度分布が均一化される。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 複数のプリズムを配列した2つのプリズムアレイからなり、両プリズムアレイは、プリズム配列方向が互いにほぼ平行となるように配置されていることを特徴とする光路変換光学素子。

【請求項2】 前記2つのプリズムアレイが平板の表裏面に形成されていることを特徴とする、請求項1に記載の光路変換光学素子。

【請求項3】 光入射側に位置するプリズムアレイによって光路変換された光線が、前記平板の側面で全反射するように当該プリズムアレイの形状及び前記平板の屈折率が設定されていることを特徴とする、請求項2に記載の光路変換光学素子。

【請求項4】 第1の屈折率を有する第1の部分と第2の屈折率を有する第2の部分との境界によって一方のプリズムアレイが構成され、第2の部分の表面によって他方のプリズムアレイが構成されていることを特徴とする、請求項1に記載の光路変換光学素子。

【請求項5】 光入射側に位置するプリズムアレイによって光路変換された光線が、前記第2の部分の側面で全反射するように当該プリズムアレイの形状及び前記第2の部分の屈折率が設定されていることを特徴とする、請求項4に記載の光路変換光学素子。

【請求項6】 一方の面が平面で他方の面が前記プリズムアレイとなった2枚の平板からなり、一方の平板の平面側と他方の平板のプリズムアレイ側とを対向させて配置し、光入射側に位置するプリズムアレイのプリズム底角を $35^{\circ} \sim 45^{\circ}$ とし、光出射側に位置するプリズムアレイのプリズム底角を $60^{\circ} \sim 70^{\circ}$ とすることを特徴とする、請求項1に記載の光路変換光学素子。

【請求項7】 前記プリズムアレイを互いに背向させるようにして配置し、両プリズムアレイのプリズム底角を $60^{\circ}$ 以上としたことを特徴とする、請求項1に記載の光路変換光学素子。

【請求項8】 少なくとも1つのプリズムアレイの表面をプリズムアレイ形成材料と異なる屈折率を有する材料で平坦化したことを特徴とする、請求項1に記載の光路変換光学素子。

【請求項9】 第1のプリズムアレイと第2のプリズムアレイとの間において、両プリズムアレイの外周を囲むように光反射面を形成したことを特徴とする、請求項1に記載の光路変換光学素子。

【請求項10】 光線シフト量を、入射光束の有効エリアの概ね4分の1としたことを特徴とする、請求項1に記載の光路変換光学素子。

【請求項11】 光線シフト量を、入射光束の有効エリアの概ね8分の1としたことを特徴とする、請求項1に記載の光路変換光学素子。

【請求項12】 光路に沿って請求項1に記載の光路変換光学素子を複数配列したことを特徴とする光路変換

器。

【請求項13】 請求項8に記載の光路変換光学素子を光入射側に、請求項9に記載の光路変換光学素子を光出射側に配置したことを特徴とする、請求項12に記載の光路変換器。

【請求項14】 少なくとも一部の前記光路変換光学素子のプリズム配列方向が、互いに異なっていることを特徴とする、請求項12に記載の光路変換器。

【請求項15】 光源と、請求項1に記載の光路変換光学素子と、画像表示パネルとから構成されていることを特徴とする画像表示装置。

【請求項16】 さらに、前記画像表示パネル上の画像をスクリーンに結像させるための投射光学系を備えていることを特徴とする、請求項15に記載の画像表示装置。

【請求項17】 光源と、請求項1に記載の光路変換光学素子とからなることを特徴とする光投射器。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は光路変換光学素子、光路変換器並びに当該光学素子を用いた光投射器及び画像表示装置に関する。

## 【0002】

## 【従来の技術】

（第1の従来例）従来よりよく知られている液晶プロジェクタ1の構造を図1に示す。この液晶プロジェクタ1はインテグレートレンズ5を用いて輝度分布の均一化を図っており、その原理を図2に示している。

【0003】この液晶プロジェクタ1にあっては、ランプ2及び放物面状を有するリフレクタ3からなるバックライト光源4の前方にインテグレートレンズ（レンズアレイ）5、フィールドレンズ6及びコンデンサレンズ7が配置され、その前方には表裏両面に偏光板9を重ねた液晶表示パネル8が配置され、その前方には投影レンズ10が配置されている。

【0004】しかして、図1のような構造の液晶プロジェクタ1においては、ランプ2から後方へ出射されてリフレクタ3で反射された光線rは略平行光としてインテグレートレンズ5に入射する。このインテグレートレンズ5に入射する前の光線rの光軸と垂直な方向（X軸方向）における光強度分布は図2（b）に示すように光軸上で最大となり、光軸から外れるに従って急激に減少している。すなわち、中心部で明るく、周辺部で暗くなっている。フィールドレンズ6はインテグレートレンズ5の各レンズ素子領域の焦点よりも若干前方に配置され、コンデンサレンズ7はフィールドレンズ6の焦点位置に配置されている。このため、インテグレートレンズ5の各レンズ素子領域を通過した光線rは、図2（a）に示すように、インテグレートレンズ5の各レンズ素子領域で集光された後、発散光としてフィールドレンズ6に入

射し、コンデンサレンズ7の全体に照射される。そして、コンデンサレンズ7でコリメートされた光線rは液晶表示パネル8を通過し、液晶表示パネル8により生成された画像が投影レンズ10を通してスクリーン11上に投影される。

【0005】このようにインテグレートレンズ5の異なるレンズ素子領域を通過した光強度の異なる光線rがコンデンサレンズ7で合成されるので、図2(b)のように光強度分布が不均一であった光線rは、インテグレートレンズ5、フィールドレンズ6及びコンデンサレンズ7からなる光学系を通過することにより、図2(c)に示すように均一な光強度分布を有する光線rに変換された後、液晶表示パネル8に入射させられる。その結果、スクリーン11に投影される投影画像の輝度分布も一様となる。

【0006】(第2の従来例) また、輝度アップを目的としてマイクロレンズを用いた画像表示装置16が提案されている。この画像表示装置16は、図3に示すように、液晶表示パネル8にマイクロレンズアレイ17を対向させたものである。液晶表示パネル8は、TFT18を駆動するための配線等が設けられているブラックマトリクス領域19や透明電極20等を形成されたガラス基板21と共通全面電極を形成されたガラス基板22との間に液晶材料23を封止したものであって、ブラックマトリクス領域19によって囲まれた透明電極20の部分が画素開口24となっており、マイクロレンズアレイ17の各レンズ25は液晶表示パネル8の各画素開口24に対向するように配置されている。

【0007】しかし、マイクロレンズアレイ17を用いない場合には、図4に示すように、液晶表示パネル8に入射した光線rの一部はブラックマトリクス領域19によって遮られるため、光の利用効率が低下し、画像表示装置16の輝度が低下する。これに対し、マイクロレンズアレイ17を用いると、図5に示すように、マイクロレンズアレイ17の各レンズ25に入射した光線rは液晶表示パネル8の各画素開口24内に集光され、液晶表示パネル8に入射した光がすべて画素開口24を透過できることになる。このため、マイクロレンズアレイ17の利用によって光の利用効率を向上させることができ、画像表示装置16の輝度を高くすることができる。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】以上説明したような従来技術に鑑みれば、図2(a)に示したような光学系と液晶表示パネル8との間にマイクロレンズアレイ17を挿入すれば、輝度分布が高く、かつ均一な輝度分布を有する画像表示装置16を製作することができると考えられる。

【0009】しかしながら、インテグレートレンズ5、フィールドレンズ6及びコンデンサレンズ7からなる光学系を用いると、コンデンサレンズ7を通過した後の光

の広がり角 $\theta$ が大きくなる(図2(a)参照)ので、図5に破線で示す光線rのように、ブラックマトリクス領域19に遮断されるようになり、マイクロレンズアレイ17によって画素開口24へ有効に集光できなくなる。

【0010】また、図2(a)に示したような光学系を用いると、光学系が複雑になり、特にフィールドレンズ6が必要となるので、画像表示装置16がコスト高になるという問題があった。

【0011】本発明は叙上の従来例の欠点を鑑みてなされたものであり、その目的とするところは、光の広がり角を大きくすることなく、光強度分布を均一にすることができる光学素子を提供することにある。さらに、当該光学素子を用いた重要な応用を提案することにある。

【0012】

【課題を解決するための手段】請求項1に記載の光路変換光学素子は、複数のプリズムを配列した2つのプリズムアレイからなり、両プリズムアレイは、プリズム配列方向が互いにほぼ平行となるように配置されていることを特徴としている。

【0013】請求項2に記載の実施態様は、請求項1記載の光路変換光学素子において、前記2つのプリズムアレイが平板の表裏面に形成されていることを特徴としている。

【0014】請求項3に記載の実施態様は、請求項2記載の光路変換光学素子において、光入射側に位置するプリズムアレイによって光路変換された光線が、前記平板の側面で全反射するように当該プリズムアレイの形状及び前記平板の屈折率が設定されていることを特徴としている。

【0015】請求項4に記載の実施態様は、請求項1記載の光路変換光学素子において、第1の屈折率を有する第1の部分と第2の屈折率を有する第2の部分との境界によって一方のプリズムアレイが構成され、第2の部分の表面によって他方のプリズムアレイが構成されていることを特徴としている。

【0016】請求項5に記載の実施態様は、請求項4記載の光路変換光学素子において、光入射側に位置するプリズムアレイによって光路変換された光線が、前記第2の部分の側面で全反射するように当該プリズムアレイの形状及び前記第2の部分の屈折率が設定されていることを特徴としている。

【0017】請求項6に記載の実施態様は、請求項1記載の光路変換光学素子において、一方の面が平面で他方の面が前記プリズムアレイとなった2枚の平板からなり、一方の平板の平面側と他方の平板のプリズムアレイ側とを対向させて配置し、光入射側に位置するプリズムアレイのプリズム底角を $35^{\circ} \sim 45^{\circ}$ とし、光出射側に位置するプリズムアレイのプリズム底角を $60^{\circ} \sim 70^{\circ}$ とすることを特徴としている。

【0018】請求項7に記載の実施態様は、請求項1記

載の光路変換光学素子において、前記プリズムアレイを互いに背向させるようにして配置し、両プリズムアレイのプリズム底角を $60^\circ$ 以上としたことを特徴としている。

【0019】請求項8に記載の実施態様は、請求項1記載の光路変換光学素子において、少なくとも1つのプリズムアレイの表面をプリズムアレイ形成材料と異なる屈折率を有する材料で平坦化したことを特徴としている。

【0020】請求項9に記載の実施態様は、請求項1記載の光路変換光学素子において、第1のプリズムアレイと第2のプリズムアレイとの間において、両プリズムアレイの外周を囲むように光反射面を形成したことを特徴としている。

【0021】請求項10に記載の実施態様は、請求項1記載の光路変換光学素子において、光線シフト量を入射光束の有効エリアの概ね4分の1としたことを特徴としている。

【0022】請求項11に記載の実施態様は、請求項1記載の光路変換光学素子において、光線シフト量を入射光束の有効エリアの概ね8分の1としたことを特徴としている。

【0023】請求項12に記載の光路変換器は、光路に沿って請求項1に記載の光路変換光学素子を複数配列したことを特徴としている。

【0024】請求項13に記載の実施態様は、請求項12に記載の光路変換器において、請求項8に記載の光路変換光学素子を光入射側に、請求項9に記載の光路変換光学素子を光出射側に配置したことを特徴としている。

【0025】請求項14に記載の実施態様は、請求項12記載の光路変換器において、少なくとも一部の前記光路変換光学素子のプリズム配列方向が、互いに異なっていることを特徴としている。

【0026】請求項15に記載の画像表示装置は、光源と、請求項1に記載の光路変換光学素子と、画像表示パネルとから構成されていることを特徴としている。

【0027】請求項16に記載の実施態様は、請求項15に記載の画像表示装置において、さらに、前記画像表示パネル上の画像をスクリーンに結像させるための投射光学系を備えていることを特徴としている。

【0028】請求項17に記載の光投射器は、光源と、請求項1に記載の光路変換光学素子とからなることを特徴としている。

【0029】

【作用】本発明の光路変換光学素子は、いずれも2つのプリズムアレイを備えており、両プリズムアレイのプリズム配列方向は互いに平行となっている。しかして、光入射側に位置するプリズムアレイを光線が通過すると、そのプリズム作用によって光線が屈折する。プリズムアレイにおける屈折によって光線の方法は入射前の光線の方法から変化する。光線の方法が変化しているため、光

入射側のプリズムアレイを通過して光出射側のプリズムアレイに入射するまでに光は次第に元の光線方法の延長上から外れてゆく。こうして元の光線方法の延長上から外れた光線が光出射側のプリズムアレイを通過した後は元の光線方法と平行となるように設計しておけば、光路変換光学素子を通過することによって、光線は平行にシフトする。

【0030】このようなプリズムアレイを用いた光路変換光学素子を用いると、光路変換光学素子に入射した光はプリズムアレイにより分割され、各分割領域毎に平行にシフトしてシャッフル(並び替え)されるので、入射前には光束の光強度分布が不均一であっても、光路変換光学素子を通過することによって光強度分布が均一化される。

【0031】しかも、光路変換光学素子のいずれの領域に入射した光も元の光線方法と平行にシフトするようにできるので、従来のインテグレートレンズ等を用いた光学系のように光路変換光学素子を通過することによって光の広がり角が大きくなることもない。

【0032】従って、本発明の光路変換光学素子によれば、光の広がり角を大きくすることなく光強度分布や輝度分布を均一化することができる。しかも、インテグレートレンズ等を用いた光学系に比べて構成を簡単にできるので、光強度分布を均一化するための光学系を薄くでき、コストも安価にできる。

【0033】また、両プリズムアレイ間の外周を囲むように光反射面を形成したり、両プリズムアレイ間の外周面で光が全反射するようにすれば、プリズムアレイ間の光の漏れを防止し、光利用効率を高めて輝度を高くすることができる。

【0034】請求項6に記載したように、プリズムアレイが同じ方向を向いている場合には、光入射側に位置するプリズムアレイのプリズム底角を $35^\circ \sim 45^\circ$ とし、光出射側に位置するプリズムアレイのプリズム底角を $60^\circ \sim 70^\circ$ とすることにより、光路変換光学素子の効率を高くすることができる。同じように、プリズムアレイどうしが背向している場合には、両プリズムアレイのプリズム底角を $60^\circ$ 以上とすることにより、光路変換光学素子の効率を高くすることができる。

【0035】また、本発明の光路変換器にあっては、本発明の光路変換光学素子を複数個配列しているので、光強度分布や輝度分布を均一化する効果をより高くすることができる。特に、各光路変換光学素子のプリズム配列方向を異ならせておくことにより、光強度分布や輝度分布を2次元的に均一化することができる。

【0036】さらに、本発明の光路変換光学素子を光投射器や画像表示装置に用いることにより、輝度分布を均一にし、しかも輝度を高くすることができる。

【0037】

【発明の実施の形態】

(第1の実施形態) 図6は本発明の一実施形態による光路変換光学素子31の構成を示す概略側面図である。この実施形態にあつては、光路変換光学素子31は2枚のプリズムアレイ平板32、35から構成されている。プリズムアレイ平板32は、図7に示すように、片面が第1の平面33で構成され、もう一方の片面が一次元状のプリズムが配列した第1のプリズムアレイ34によって構成されている。同様に、プリズムアレイ平板35は、片面が第2の平面36で構成され、もう一方の片面が一次元状のプリズムが配列した第2のプリズムアレイ37によって構成されている。第1のプリズムアレイ34及び第1の平面33を有するプリズムアレイ平板32は光入射側に配置され、第2のプリズムアレイ37及び第2の平面36を有するプリズムアレイ平板35は光出射側に配置されており、光入射側に配置されたプリズムアレイ平板32に設けられた第1のプリズムアレイ34と光出射側に配置されたプリズムアレイ平板35の第2の平面36とが対向している。プリズムアレイ平板32、35はガラス、透明樹脂あるいはその複合体によって形成されている。第1及び第2の両プリズムアレイ34、37に形成されているプリズムのピッチは等しくなっており、両プリズムアレイ34、37のプリズム配列方向が等しくなるように配置されている。なお、説明を簡単にするために、両プリズムアレイ平板32、35の屈折率 $n$ は等しいものとするが、必ずしも屈折率の等しい材料を用いる必要はない。

【0038】しかして、図8に示すように、光軸と平行な光線 $r$ が第1の平面33からプリズムアレイ平板32内に入射すると、この光線 $r$ は第1のプリズムアレイ34から出射される際に屈折され、第2の平面36から光出射側に配置されているプリズムアレイ平板35内へ斜め入射する。プリズムアレイ平板35内に入射した光線 $r$ は、第2の平面36へ斜め入射する際にも偏向し、第2のプリズムアレイ37を通して出射する際にも偏向する。ここで、第1のプリズムアレイ34を通過する際に通る領域の傾斜方向と第2のプリズムアレイ37を通過する際に通る領域の傾斜方向とは傾きが逆になるよう、第1のプリズムアレイ34と第2のプリズムアレイ37が配置されており、第1及び第2のプリズムアレイ34、37の形状(プリズム底角 $\alpha$ 、 $\beta$ )は、両プリズムアレイ平板32、35を通過した光が元のように光軸と平行に出射するよう設計されている。すなわち、光軸と平行な光線 $r$ は平行にシフトするだけで光路変換光学素子31を通過した後も光線方向が変化せず、光の広がり角が非常に小さくなる。また、図8に示すように、光軸と平行に入射した光は、第1のプリズムアレイ34によりプリズム領域毎に分割され、各領域を通過する光線 $r$ 毎に平行シフトして光軸と垂直な方向へ並べ替え(シャッフル)られるので、例えば図2(a)に示したような不均一な光強度分布を有する光線が光路変換光学素子3

1を通過すると、光軸からの距離をシャッフルされるように光路変換される結果、光強度分布が均一化される。従つて、このような光路変換光学素子31を用いることにより、光の広がり角を大きくすることなく、光強度分布を均一化することができる。

【0039】(光路変換の条件) 上記のような光路変換光学素子31において、光の広がり角を大きくすることなく、光路変換するための条件を求める。まず、光入射側に配置されたプリズムアレイ平板32に入射した光線 $r$ が第1のプリズムアレイ34で全反射されない条件が必要となる。これが次の①式である。

$$\alpha < \theta_c = \sin^{-1}(1/n) \quad \dots \textcircled{1}$$

但し、 $\alpha$ は第1のプリズムアレイ34のプリズム底角、 $n(>1)$ はプリズムアレイ平板32の屈折率、 $\theta_c$ は全反射の臨界角である。

【0040】同じく、光出射側に配置されたプリズムアレイ平板35の第2のプリズムアレイ37で全反射されない条件は、次の②式となる。

$$\beta - \theta_2 < \theta_c = \sin^{-1}(1/n) \quad \dots \textcircled{2}$$

但し、 $\beta$ は第2のプリズムアレイ37のプリズム底角、 $\theta_2$ は第2の平面36における光の出射角、 $n$ はプリズムアレイ平板35の屈折率、 $\theta_c$ は全反射の臨界角である。

【0041】次に、第2のプリズムアレイ37から出射した光線 $r$ が元の光線方向と平行になる条件は、図8の光線図から求められるように、次の③～⑤式で表わされる。

$$\sin \gamma = n \cdot \sin \alpha \quad \dots \textcircled{3}$$

$$\sin(\gamma - \alpha) = n \cdot \sin \theta_2 \quad \dots \textcircled{4}$$

$$n \cdot \sin(\beta - \theta_2) = \sin \beta \quad \dots \textcircled{5}$$

この③～⑤式からは、 $\gamma$ 及び $\theta_2$ を消去することによって $\alpha$ と $\beta$ の関係式が得られる。従つて、①式及び②式を満たす範囲内で $\alpha$ と $\beta$ に一定の関係を持たせることにより目的とする光路変換光学素子31を得ることができる。

【0042】さらには、光路変換光学素子31の効果を最も高効率とするためには、第1のプリズムアレイ34における1つの傾斜領域を通過してプリズムアレイ平板32から出射した光線 $r$ が、第2のプリズムアレイ37においても1つの傾斜領域だけを通過するようにする必要がある。つまり、第1のプリズムアレイ34のある傾斜領域を通過した光線 $r$ の一部が、第2のプリズムアレイ37において同じ向きの傾斜領域を通過すると、その光線 $r$ は光軸から外れた方向へ出射され、効率が低下する。このためには第2のプリズムアレイ37に入射する光線 $r$ の光軸となす角度 $\theta_2$ を第2のプリズムアレイ37の傾斜面が光軸となす角度( $90^\circ - \beta$ )よりも大きくし、次の⑥式を満たすようにする必要がある。

$$\theta_2 > 90^\circ - \beta \quad \dots \textcircled{6}$$

【0043】上記①～⑥式を満たす $\alpha$ 、 $\beta$ の範囲を屈折



率 $n$ の関数として示したものが図9である。この図9から分かるように、屈折率 $n$ が1.46~1.59の範囲にあるとすると、第1のプリズムアレィ34のプリズム底角 $\alpha$ は35°~45°の範囲内に設定する必要がある。また、第2のプリズムアレィ37のプリズム底角 $\beta$ は60°~70°の範囲に設定する必要がある。

【0044】(第2の実施形態)図10に示す光路変換光学素子38は第1の実施形態の変形であって、一方のプリズムアレィ平板32に形成された第1のプリズムアレィ34を、プリズムアレィ平板32の屈折率 $n$ よりも低屈折率の透明樹脂や透明接着剤等の低屈折率材料39で充填して平坦化し、当該低屈折率材料39の上に他方のプリズムアレィ平板35の第2の平面36を貼り合わせている。

【0045】(第3の実施形態)図11に示す光路変換光学素子40も第1の実施形態の変形であって、一方のプリズムアレィ平板32の第1のプリズムアレィ34に直接に他方のプリズムアレィ平板35を成形している。この光路変換光学素子40では、プリズムアレィ平板35の外周面41へシフトした光線は、プリズムアレィ平板35の外周面41で全反射によって折り返され、第2のプリズムアレィ37から外部へ出射されるので、光利用効率を向上させて光量ロスを低減することができる。なお、プリズムアレィ平板35の外周面41にはA1蒸着膜や光学多層膜等によって反射膜を形成してもよい。

【0046】(第4の実施形態)図12に示す光路変換光学素子42も第1の実施形態の変形であって、プリズムアレィ平板32とプリズムアレィ平板35を空間を隔てて対向させ、両プリズムアレィ平板32、35間の空間を囲むようにして枠状の光反射板(内面鏡)43を設けている。こうしてプリズムアレィ平板32、35間に光反射板43を設けることにより、プリズムアレィ平板32から斜め方向へ出射した光線を光反射板43によって反射させることができ、光の漏れを防止して光利用効率を向上させることができる。また、光反射板43によって両プリズムアレィ平板32、35を一体化することができる。

【0047】(第5の実施形態)図13は本発明のさらに別な実施形態による光路変換光学素子44を示す概略側面図である。この光路変換光学素子44は屈折率 $n$ の平板45の表裏両面に同じピッチで配列されたプリズムからなる第1及び第2のプリズムアレィ34、37を形成したものであって、両プリズムアレィ34、37のプリズム底角 $\alpha$ は60°以上となっている。

【0048】しかして、図13に示すように、光軸と平行に第1のプリズムアレィ34に入射した光線 $r$ は第1のプリズムアレィ34で屈折して平板45内に入射し、第2のプリズムアレィ37から出射する。ここで、光線 $r$ が第1のプリズムアレィ34を通過するときの傾斜領域と第2のプリズムアレィ37を通過する傾斜領域とが

平行となるように平板45の厚みと第1及び第2のプリズムアレィ34、37の位置を定めてあれば、第1及び第2のプリズムアレィ34、37のプリズム底角 $\alpha$ が互いに等しいので、光軸と平行に入射した光線 $r$ は光軸と垂直な方向へシフトして光軸と平行に出射される。従って、この光路変換光学素子44にあっても、光線の広がり角を大きくすることなく、光強度分布を均一化することができる。

【0049】ここで、第1のプリズムアレィ34の1つの傾斜領域で屈折した光線が、第2のプリズムアレィ37の同じ傾きの傾斜領域へ入射して光軸と平行に出射される条件は、次の式で表される。

$$\theta_2 > 90^\circ - \alpha \quad \cdots (9)$$

ただし、第1のプリズムアレィ34における光線 $r$ の出射角を $\theta_2$ 、第1及び第2のプリズムアレィのプリズム底角を $\alpha$ とした。ここで、出射角 $\theta_2$ は、

$$\theta_2 = \alpha - \sin^{-1}(\sin \alpha / n) \quad \cdots (10)$$

であるから、上記の式は、

$$\alpha - \sin^{-1}(\sin \alpha / n) > 90^\circ - \alpha$$

と書くことができる。このプリズム底角 $\alpha$ の範囲を屈折率 $n$ の関数として示したものが図14である。図14から分かるように、屈折率 $n$ が1.6よりも小さいとすると、プリズム底角 $\alpha$ の範囲は、先に述べたように60°以上となる。

【0050】図15は上記のような光路変換光学素子44によって光強度分布が均一化される原理を説明する図である。図15(a)は光路変換光学素子44に入射する前の光の不均一な光強度分布を示す。図15(b)は光路変換光学素子44を通過して図上左方向へシフトする光線と図上右方向へシフトする光線を示し、図15(c)(d)はそれぞれ左方向へシフトした光線と右方向へシフトした光線による光強度分布を示す。図15(e)は図15(c)と図15(d)の光強度分布を合成したものであって、光路変換光学素子を通過した光の強度分布を示している。

【0051】図15に沿って均一化される様子を説明する。図15(a)のような光強度分布47を有する光が光路変換光学素子44によって左方向へシフトされると、図15(a)の光強度分布47がそのまま左方向へシフトしたようになるが、第1のプリズムアレィ34の左端部で左方向へ屈折した光は光路変換光学素子44の外周面46で全反射して右方向へ戻る結果、光強度分布48aは図15(c)における破線部分が二つに折り返されて実線で示したようになる。同様に、光路変換光学素子44によって右方向へシフトした光の光強度分布48bは図15(d)に示したようになる。この左方向にシフトした光と右方向にシフトした光が、光路変換光学素子44から出射される結果、光路変換光学素子44から出射される光の光強度分布は、図15(c)(d)の重ね合せとして図15(e)に示すような均一な光強度

分布49となる。

【0052】(第6の実施形態)図16に示す光路変換光学素子50は第5の実施形態の変形であって、同じ屈折率 $n_2$ ( $>1$ )と等しいプリズム底角 $\alpha$ を有するプリズムアレイ平板51, 52をパターン側を対向させてプリズムアレイ平板51, 52の屈折率 $n_2$ よりも大きな屈折率 $n_1$ ( $>n_2>1$ )の紫外線硬化型などの透明樹脂や透明接着剤等からなるバインダー部53によって接合一体化したものである。この光路変換光学素子50にあっては、一方のプリズムアレイ平板51とバインダー部53との界面に第1のプリズムアレイ34が形成され、バインダー部53と他方のプリズムアレイ平板52との界面に第2のプリズムアレイ37が形成される。

【0053】この光路変換光学素子50にあっては、第5の実施形態と同様な条件のもとでは、同じような光路をたどって光軸に平行な光線は光軸に平行なシフト光線として出射される。

【0054】なお、この実施形態は屈折率 $n_1$ の第5の実施形態の平板(バインダー部)に形成されている第1のプリズムアレイと第2のプリズムアレイを、平板の屈折率 $n_1$ よりも屈折率の小さな透明材料で充填して平坦化した実施形態であるということもできる。

【0055】(第7の実施形態)図17に示す光路変換光学素子54は第5の実施形態と類似した実施形態である。この実施形態は、第1のプリズムアレイ34を備えたプリズムアレイ平板51と第2のプリズムアレイ37を備えたプリズムアレイ平板52とを、第1及び第2のプリズムアレイ34, 37どうしが背向するように配置し、両プリズムアレイ平板51, 52間の空間の周囲を光反射板43によって枠状に囲んだものである。この実施形態にあっては、光反射板43によって光線を反射させることができるので、プリズムアレイ平板51, 52間の空間から光が漏れることがなく、光量ロスを低減できる。

【0056】(第8の実施形態)図18は本発明のさらに別な実施形態による光路変換光学素子55を示す概略側面図である。この光路変換光学素子55は、平板56に第1のプリズムアレイ34を形成したプリズムアレイ平板57と平板56に第2のプリズムアレイ37を形成したプリズムアレイ平板58とを、第1のプリズムアレイ34と第2のプリズムアレイ37を対向させるように配置したものである。両プリズムアレイ平板57, 58の屈折率 $n$ ( $>1$ )とプリズムピッチは等しくなっている。

【0057】このような構成の光路変換光学素子55においても、光軸と平行に入射した光線は光軸と平行なシフト光線として出射されるので、光線の広がり角を大きくすることなく、光強度分布を均一化することができる。

【0058】(第9の実施形態)図19に示す光路変換

光学素子59は、第8の実施形態の変形であって、プリズムアレイ平板57に設けた第1のプリズムアレイ34をプリズムアレイ平板57の屈折率 $n$ よりも屈折率の小さな透明材料60によって充填して平坦化し、プリズムアレイ平板58に設けた第2のプリズムアレイ37をプリズムアレイ平板58の屈折率 $n$ よりも屈折率の小さな透明材料60によって充填して平坦化し、両プリズムアレイ平板57, 58間の空間の外周を光反射板43によって枠状に囲んだものである。

【0059】(第10の実施形態)図20に示す光路変換光学素子61も第8の実施形態の変形であって、一方のプリズムアレイ平板57の第1のプリズムアレイ34と他方のプリズムアレイ平板58の第2のプリズムアレイ37アレイとの間に、プリズムアレイ平板57, 58の屈折率 $n_1$ よりも小さな屈折率 $n_2$ の透明材料60を充填して平坦化すると共に透明材料60によって両プリズムアレイ平板57, 58を一体化したものである。

【0060】なお、この実施形態は、屈折率 $n_2$ の平板の両面に形成された第1のプリズムアレイ34と第2のプリズムアレイ37に、平板の屈折率 $n_2$ よりも大きな屈折率 $n_1$ の透明材料を充填して平坦化した実施形態であるということもできる。

【0061】(第11の実施形態)図21は本発明のさらに別な実施形態による光路変換器62を示す概略側面図である。この光路変換器62にあっては、本発明にかかる第1の光路変換光学素子63と第2の光路変換光学素子64が光路に沿って配列されており、両光路変換光学素子63, 64のプリズム配列方向が互いに平行となるように配置されている。このように複数の光路変換光学素子63, 64を用いることにより、第1の光路変換光学素子63で光強度分布の均一化が不十分な場合には、第2の光路変換光学素子64で光強度分布の均一化を高めることができる。

【0062】第1の光路変換光学素子63は、光軸と平行に入射する入射光束の有効エリア幅を $L$ とすると、 $L/4$ だけ光線をシフトさせる働きをする。また、第2の光路変換光学素子64は、 $L/8$ だけ光線をシフトさせる働きをする。しかし、例えば図22(a)に示すように光強度分布が不均一な光束が第1の光路変換光学素子63に入射すると、第1の光路変換光学素子63を通過後には、図22(b)に示すように光強度分布の均一化が図られる。しかし、第1の光路変換光学素子63を通過した後も、光強度分布には $L/2$ の周期の不均一性が残る。この $L/2$ の周期の不均一さは、第1の光路変換光学素子63の $1/2$ のシフト量となるように設計された第2の光路変換光学素子64によって均一化され、第2の光路変換光学素子64を通過した後の光束は、図22(c)に示すように均一な光強度分布となる。

【0063】(第12の実施形態)図23は本発明のさ

らに別な実施形態による光路変換器65を示す斜視図である。この光路変換器65にあつては、光路に沿って平行に配列された第1の光路変換光学素子66と第2の光路変換光学素子67のプリズム配列方向を互いに異ならせている。特に、図23では両プリズム配列方向を互いに直交させている。すなわち、第1の光路変換光学素子66の両面にはプリズム配列方向が互いに互いに平行となるようにして第1のプリズムアレイ34と第2のプリズムアレイ37が形成されており、第2の光路変換光学素子67の両面にもプリズム配列方向が互いに平行となるようにして第3のプリズムアレイ68と第4のプリズムアレイ69が形成されており、第1及び第2のプリズムアレイ34、37のプリズム配列方向と第3及び第4のプリズムアレイ68、69のプリズム配列方向とが直交するように第1の光路変換光学素子66と第2の光路変換光学素子67とが配置されている。また、図23では、第1及び第2の光路変換光学素子66、67間を空間としているが、光路変換光学素子66、67よりも低屈折率の透明な接着剤で埋めてもよい。

【0064】しかして、この光路変換器65によれば、第1の光路変換光学素子66による光線のシフト方向と第2の光路変換光学素子67による光線のシフト方向とが異なるので、光線を2次元的にシフト及び合成させて光強度分布を2次元的に均一化することができる。

【0065】(第13の実施形態)図24に示す光路変換器70は第12の実施形態の変形であつて、プリズム配列方向が平行となるように対向した第1のプリズムアレイ34と第2のプリズムアレイ37によって第1の光路変換光学素子が構成され、プリズム配列方向が平行となるように対向した第3のプリズムアレイ68と第4のプリズムアレイ69によって第2の光路変換光学素子が構成されており、第1の光路変換光学素子のプリズム配列方向と第2の光路変換光学素子のプリズム配列方向とが直交している。具体的にいうと、第1の光路変換光学素子の第1のプリズムアレイ34は外側の平板71の内面に設けられ、第1の光路変換光学素子の第2のプリズムアレイ37及び第2の光路変換光学素子の第3のプリズムアレイ68は中央の平板72の両面に背中合せに、かつプリズム配列方向が直交するように設けられ、第2の光路変換光学素子の第4のプリズムアレイ69は外側の平板73の内面に設けられており、外側の平板71から外側の平板73にかけて外周を光反射板(図示せず)により覆っている。このような構造の光路変換器70にあつても、光線の広がり角を大きくすることなく、光強度分布を2次元的に均一化することができる。

【0066】(第14の実施形態)光線の広がり角を大きくすることなく、光強度分布を2次元的に均一化するためには、図25に示すようにブラミッド形をした多数のプリズム75を2次元状に配列したプリズムアレイ74を2つ備えた光路変換光学素子を用いてもよい。この

ような実施形態では、第13の実施形態による光路変換器に比べて光量ロスがあるが、1つの光路変換光学素子によって実現できるので、コンパクトにできる。

【0067】(第15の実施形態)図26は本発明の光路変換光学素子を用いた光投射器76の構成を示す概略図である。これは点光源77とレンズのようなコリメート光学素子78と本発明の光路変換光学素子79とからなる。そして、点光源77から出射された光線はコリメート光学素子78によってコリメート光に変換され、光路変換光学素子79によって光強度分布を均一化された後、外部へ出射される。従つて、この光投射器76によれば、均一な輝度分布のコリメート光を出射させることができる。

【0068】(第16の実施形態)図27は本発明の光路変換光学素子を用いた別な光投射器80の構成を示す概略図である。これは面光源81と本発明の光路変換光学素子79とからなる。そして、面光源81から出射された光線は光路変換光学素子79によって光強度分布を均一化された後、外部へ出射される。従つて、この光投射器77によつても、均一な輝度分布のコリメート光を出射させることができる。

【0069】(第17の実施形態)図28は本発明の光路変換光学素子を用いた画像表示装置82を示す一部破断した拡大断面図である。この画像表示装置82にあつては、液晶表示パネル83と光路変換光学素子84とを一体的に構成している。液晶表示パネル83は、TFT85や透明電極86を形成されたガラス基板87とブラックマトリクス89やカラーフィルタ90、全面共通電極91、配向膜92等を形成されたガラス基板93とを対向させ、その間に液晶材料94を封止したものである。光路変換光学素子84は、第1のプリズムアレイ34を形成された光入射側のプリズムアレイ平板95と第2のプリズムアレイ37を形成された光出射側のプリズムアレイ平板96とを対向させ、第1のプリズムアレイ34と第2のプリズムアレイ37の間に低屈折率の透明樹脂97を充填して両プリズムアレイ平板95、96を一体化したものである。この光路変換光学素子84は、光出射側のプリズムアレイ平板96の平面を液晶表示パネル83の表面に積層されており、光入射側のプリズムアレイ平板95の平面にはガラス基板98を積層している。

【0070】図29は上記画像表示装置82の機能ブロック図である。電源99は入力インターフェイス回路100、ドライバ回路101及び面光源102に電力を供給している。液晶表示パネル83はドライバ回路101によって駆動されており、入力インターフェイス回路100に画像信号が送信されると、液晶表示パネル83の各画素がオン/オフ制御されて画像パターンが生成する。また、面光源102が発光すると、面光源102から出射された光は光路変換光学素子84によって光強度

分布を均一化された後、液晶表示パネル83に照射され、液晶表示パネル83の画素を透過した光によって画像が生じる。

【0071】しかして、この画像表示装置82によれば、光路変換光学素子によって液晶表示パネルの画面輝度を均一化すると共に正面輝度の低下を防止できる。

【0072】(第18の実施形態)図30は本発明の光路変換光学素子84を用いた別な画像表示装置103を示す一部破断した拡大断面図である。この画像表示装置103にあつては、液晶表示パネル83と積層した光路変換光学素子84において、液晶表示パネル83と対向する面にマイクロレンズアレイ104を形成している。しかして、面光源から光路変換光学素子84に入射した光は、光路変換光学素子84によって光強度分布を均一化された後、マイクロレンズ104によって液晶表示パネル83の画素開口内に集光され、画素開口を通過して液晶表示パネル83の前方へ出射される。

【0073】従つて、この実施形態によれば、光の利用効率を高くすることができ、高輝度で輝度分布が均一な画像表示装置を製作することができる。

【0074】(第19の実施形態)図31は本発明の光路変換光学素子84を用いた液晶プロジェクト105を示す概略構成図である。この液晶プロジェクト105にあつては、ランプ106及び放物面状をしたリフレクタ107からなるバックライト光源108の前方に光路変換光学素子84(もしくは、光路変換器)及びマイクロレンズアレイ104を配置し、その前方に液晶表示パネル83を配置し、その前方に投影レンズ109を配置している。

【0075】しかして、ランプ106から後方へ出射されてリフレクタ107で反射された光線rは略平行光として光路変換光学素子84に投射され、光路変換光学素子84で光強度分布を均一化された後、マイクロレンズアレイ104で液晶表示パネル83の画素開口に集光される。液晶表示パネル83を通過した光線は投影レンズ109を通してスクリーン110上に画像を生成する。

【0076】このような液晶プロジェクト105にあつては、均一で明るい画像を得ることができる。また、従来の液晶プロジェクトのように、インテグレートレンズ、フィールドレンズ及びコンデンサレンズからなる複雑な光学系が不要になり、コストを安価にすることができる。

【0077】

【発明の効果】本発明の光路変換光学素子にあつては、光束を分割して各分割された光束をシャフルすることができるので、光の広がり角を大きくすることなく、光強度分布を均一化することができる。また、光路変換器は複数の光路変換光学素子からなっているので、光強度分布を均一化する効果をより高くでき、また2次元的に光強度分布を均一化することも可能になる。従つて、画像

表示装置等に用いることによって、輝度分布を均一化してムラのない画像を得ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】従来の液晶プロジェクトを示す概略構成図である。

【図2】(a)は同上の液晶プロジェクトにおいて液晶表示パネルとバックライト光源との間に設けられている光学系の働きを説明する図である。(b)は同上の光学系に入射する前の光の光強度分布を示す図、(c)は同上の光学系を通過した後の光の光強度分布を示す図である。

【図3】従来の液晶表示装置の要部構成を示す一部破断した斜視図である。

【図4】マイクロレンズアレイを用いない場合に光線が液晶表示パネルを通過する様子を示す説明図である。

【図5】マイクロレンズアレイを用いた場合に光線が液晶表示パネルを通過する様子を示す説明図である。

【図6】本発明の一実施形態による光路変換光学素子を示す概略側面図である。

【図7】同上のプリズムアレイ平板を示す斜視図である。

【図8】同上の光路変換光学素子の作用を説明するための光線図である。

【図9】許容されるプリズム底角 $\alpha$ 、 $\beta$ の範囲を屈折率nの関数として示した図である。

【図10】本発明の別な実施形態による光路変換光学素子を示す概略側面図である。

【図11】本発明のさらに別な実施形態による光路変換光学素子を示す概略側面図である。

【図12】本発明のさらに別な実施形態による光路変換光学素子を示す概略側面図である。

【図13】本発明のさらに別な実施形態による光路変換光学素子を示す概略側面図である。

【図14】許容されるプリズム底角 $\alpha$ の範囲を屈折率nの関数として示した図である。

【図15】(a)(b)(c)(d)(e)は上記光路変換光学素子によって光強度分布が均一化される原理を説明する図である。

【図16】本発明のさらに別な実施形態による光路変換光学素子を示す概略側面図である。

【図17】本発明のさらに別な実施形態による光路変換光学素子を示す概略側面図である。

【図18】本発明のさらに別な実施形態による光路変換光学素子を示す概略側面図である。

【図19】本発明のさらに別な実施形態による光路変換光学素子を示す概略側面図である。

【図20】本発明のさらに別な実施形態による光路変換光学素子を示す概略側面図である。

【図21】本発明のさらに別な実施形態による光路変換器を示す概略図である。

【図22】(a) (b) (c) は同上の光路変換器の作用を説明する図である。

【図23】本発明のさらに別な実施形態による光路変換器を示す斜視図である。

【図24】本発明のさらに別な実施形態による光路変換器を示す斜視図である。

【図25】2次元状にプリズムを配列されたプリズムアレイ平板を示す斜視図である。

【図26】本発明のさらに別な実施形態による光投射器の構成を示す概略図である。

【図27】本発明のさらに別な実施形態による光投射器の構成を示す概略図である。

【図28】本発明のさらに別な実施形態による画像表示

装置を示す一部破断した拡大断面図である。

【図29】同上の画像表示装置の機能ブロック図である。

【図30】本発明のさらに別な実施形態による画像表示装置を示す一部破断した拡大断面図である。

【図31】本発明のさらに別な実施形態による液晶プロジェクタを示す概略構成図である。

【符号の説明】

32, 33 プリズムアレイ平板

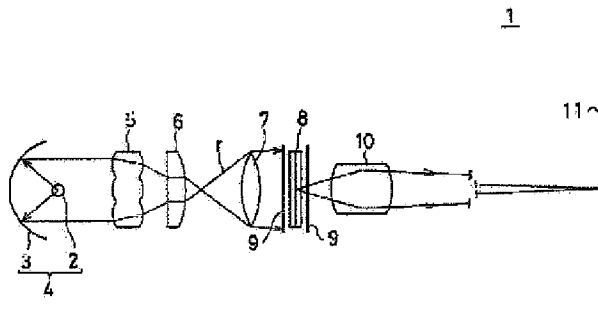
34 第1のプリズムアレイ

37 第2のプリズムアレイ

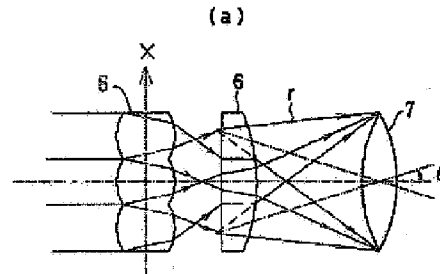
39 低屈折率材料

43 光反射板

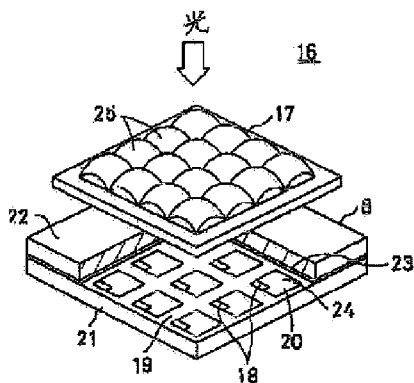
【図1】



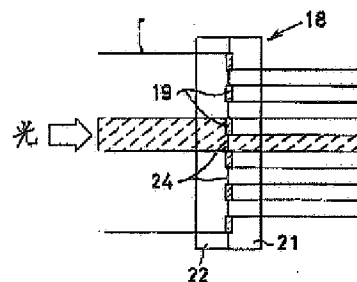
【図2】



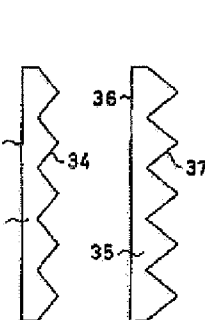
【図3】



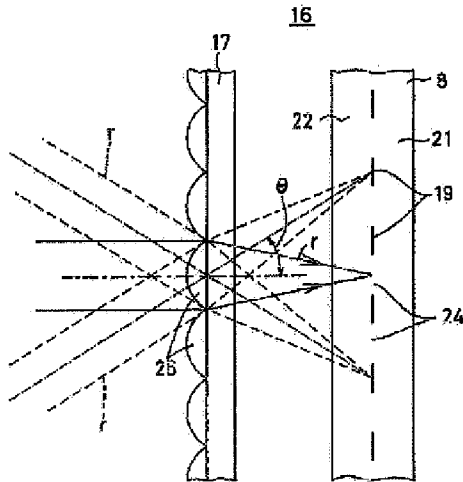
【図4】



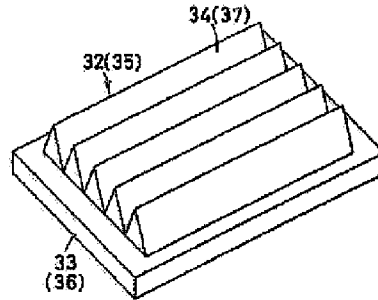
【図6】



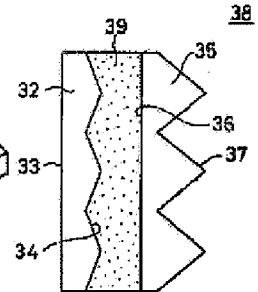
【図5】



【図7】

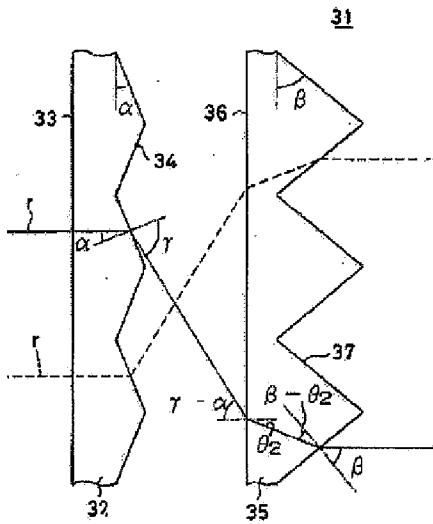


【図10】

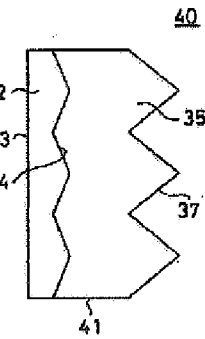
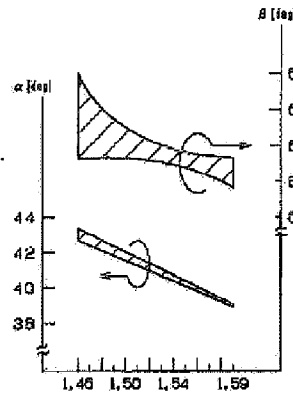


【図11】

【図8】

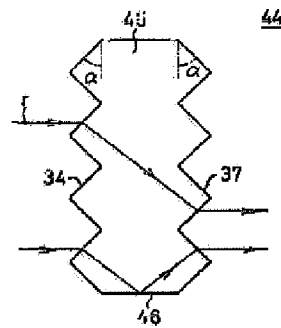
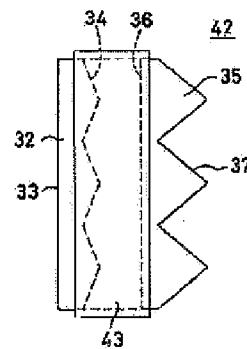


【図9】

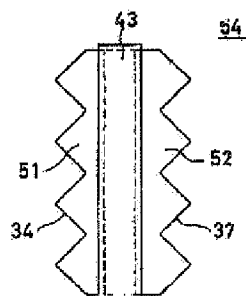


【図12】

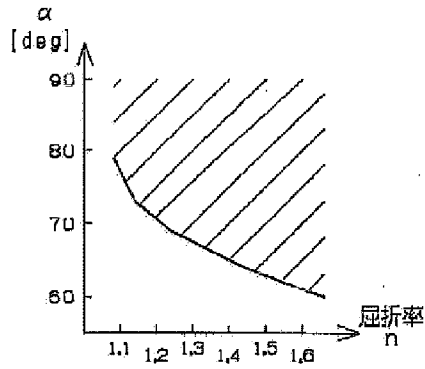
【図13】



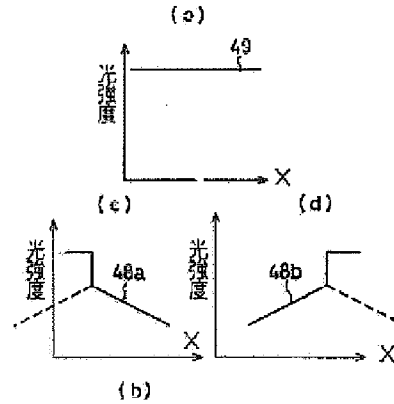
【図17】



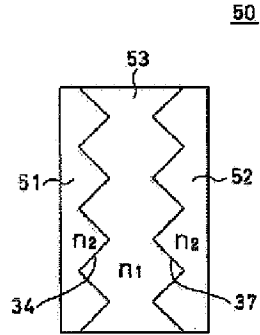
【図14】



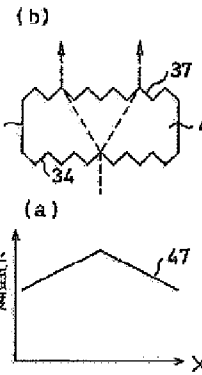
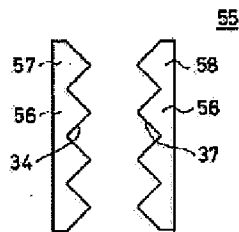
【図15】



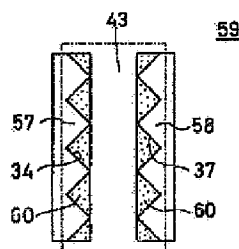
【図16】



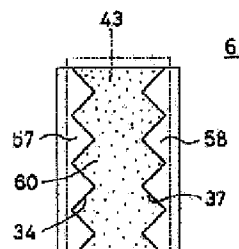
【図18】



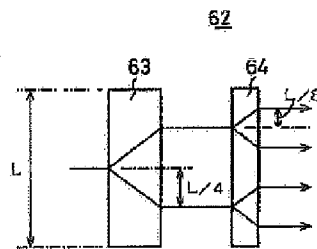
【図19】



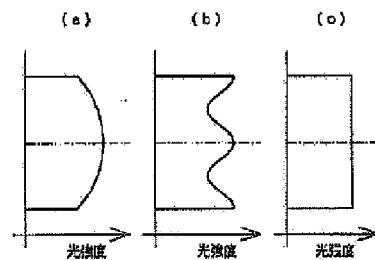
【図20】



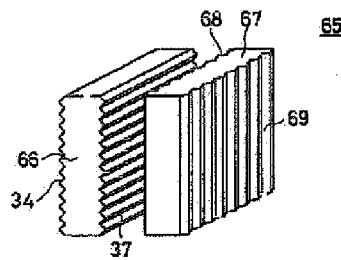
【図21】



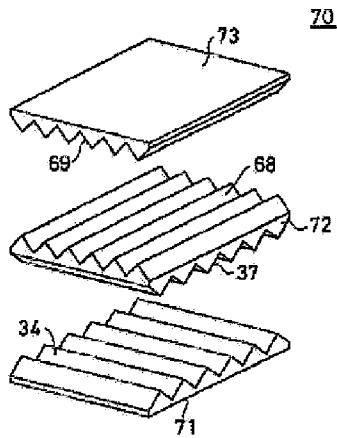
【図22】



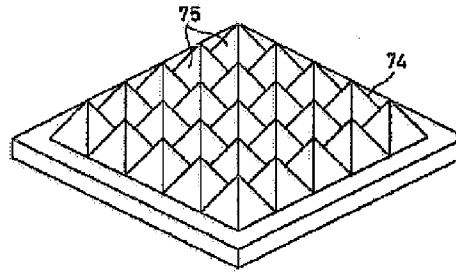
【図23】



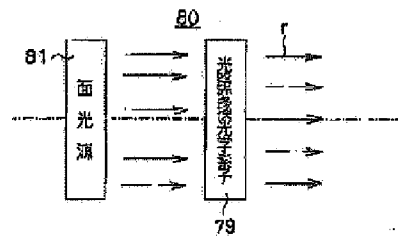
【図24】



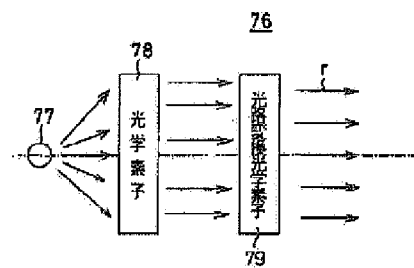
【図25】



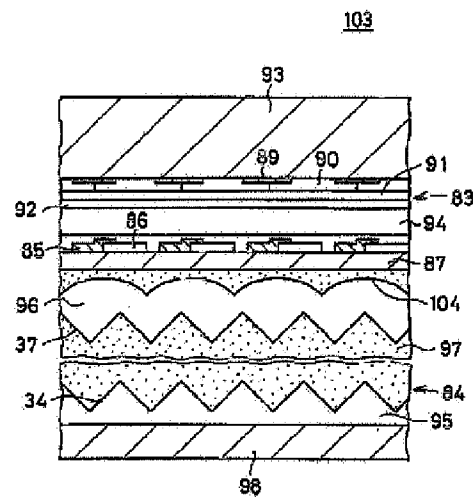
【図27】



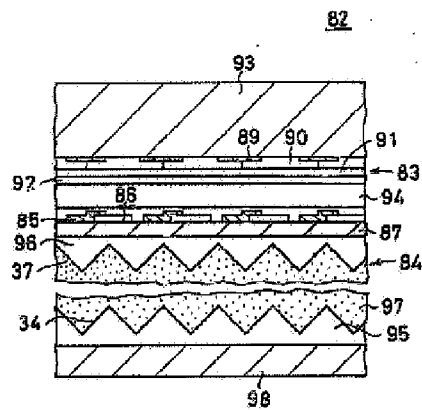
【図26】



【図30】

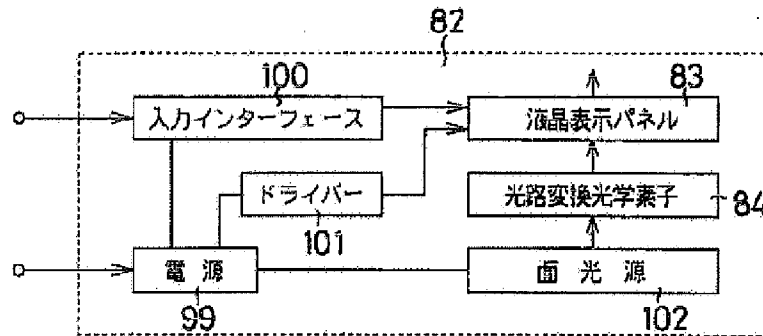


【図28】

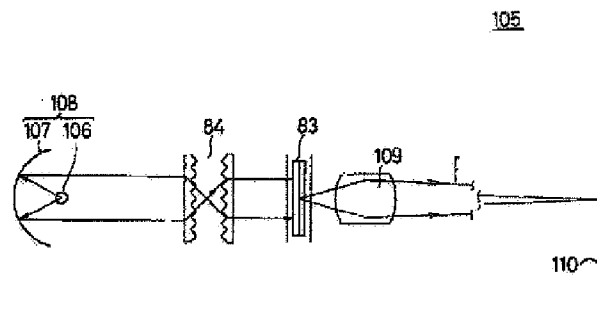




【図29】



【図31】



フロントページの続き

(72) 発明者 北島 博史  
 京都府京都市右京区花園土堂町10番地 オ  
 ムロン株式会社内